

500.41053X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): YASUNA, et al.

Serial No.: Not yet assigned

Filed: January 10, 2002

Title: MAGNETIC DISK APPARATUS AND SERVO SIGNAL
RECORDING METHOD

Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITYHonorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

January 10, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2001-028973, filed February 6, 2001.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/alb
Attachment
(703) 312-6600

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10/04/1598
JC832 U.S. PTO
01/10/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月 6日

出願番号

Application Number:

特願2001-028973

出願人

Applicant(s):

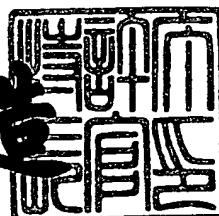
株式会社日立製作所

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願
【整理番号】 1500008441
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G11B 21/10
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内
【氏名】 安那 啓
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内
【氏名】 山口 高司
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社 日立
製作所 ストレージシステム事業部内
【氏名】 後藤 丸朋
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社 日立
製作所 ストレージシステム事業部内
【氏名】 沼里 英彦
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所
【代理人】
【識別番号】 100075096
【弁理士】
【氏名又は名称】 作田 康夫
【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ディスク装置およびサーボ信号記録方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報を記憶する磁気ディスクと、前記磁気ディスクに情報を書き込むための記録用変換素子と、読み取るための再生用変換素子とを備えたヘッドを備え、前記ヘッドを支持しディスク上を移動させるためのサスペンションと、前記サスペンションを駆動する駆動装置とからなるアクチュエータと、前記アクチュエータの可動範囲を制限するストッパを備えた磁気ディスク装置において、

前記ストッパは弾性体で形成され、アクチュエータを前記ストッパに押し付けた状態で前記アクチュエータを駆動する力を変化させることによって前記ストッパの弾性変形量を変化させて前記ヘッドの位置の調整し、前記ヘッドの再生出力のディスク径方向位置依存性を測定することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の磁気ディスク装置において、前記再生出力の位置依存性の測定を行うためのパターンが、前記アクチュエータを前記ストッパに押しつけて弾性変形させた状態で前記ヘッドが位置する、磁気ディスク上最内周領域に記録されたことを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の磁気ディスク装置において、前記再生出力の位置依存性の測定は、前記ヘッドを一方向に移動させながら実施することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の磁気ディスク装置において、前記アクチュエータを前記ストッパへ押し付ける駆動力の大きさと前記ヘッドの幅方向位置との関係が 2 トラックの範囲で勾配の変動が 10 % 以内であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 5】

情報を記憶する磁気ディスクと、前記磁気ディスクに情報を書き込むための記

録用変換素子と、読み取るための再生用変換素子とを備えたヘッドを備え、前記ヘッドを支持しディスク上を移動させるためのサスペンションと、前記サスペンションを駆動する駆動装置とからなるアクチュエータと、前記アクチュエータの可動範囲を制限するストッパを備えた磁気ディスク装置にサーボ信号を記録する方法であって、前記ヘッドを位置決めするための情報が記録されていない前記磁気ディスクにサーボ信号の記録をおこなう段階において、前記アクチュエータを前記ストッパに押し付けた状態で前記アクチュエータを駆動する力を変化させることによって前記ストッパの弾性変形量を変化させて前記ヘッドの位置の微調整をおこない、前記ヘッドの再生出力のディスク径方向位置依存性を測定することを特徴とするサーボ信号記録方法。

【請求項6】

請求項5記載のサーボ信号記録方法において、前記再生出力の位置依存性の測定を行うためのパターンが、前記アクチュエータを前記ストッパに押しつけて弾性変形させた状態で前記ヘッドが位置する、磁気ディスク上最内周領域に記録されたことを特徴とする請求項5記載のサーボ信号記録方法。

【請求項7】

情報を記憶する磁気ディスクと、前記磁気ディスクに情報を書き込むための記録用変換素子と、読み取るための再生用変換素子とを備えたヘッドを備え、前記ヘッドを支持しディスク上を移動させるためのサスペンションと、前記サスペンションを駆動する駆動装置とからなるアクチュエータと、前記アクチュエータの可動範囲を制限するストッパを備えた磁気ディスク装置にサーボ信号を記録する方法であって、前記ヘッドを位置決めするための情報が記録されていない前記磁気ディスクにサーボ信号の記録をおこなう段階において、前記アクチュエータを前記ストッパに押し付けた状態で前記アクチュエータを駆動する力を変化させることによって前記ストッパの弾性変形量を変化させて前記ヘッドの位置を段階的に変化させて、複数の半径位置に互いに重なり合わない一定長のパターンを記録することを特徴とするサーボ信号記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

ハードディスク装置等の磁気ディスク装置に関するものであり、特に、ヘッドを媒体上の所定の位置に位置決めするためのサーボ信号書き込み動作に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、一般的に用いられている記録再生分離型の磁気抵抗ヘッドを備えた磁気ディスク装置において、サーボトラック情報を外部の書き込み装置を用いずに記録するセルフサーボライトを実現するためには、該磁気ディスク装置が備えるヘッドについて、再生用素子と記録用素子の間の相対距離や、トラック幅など、ヘッドを位置決めするための基準となる情報を把握する必要がある。

【0003】

これを実現する方法の一つとして、記録媒体の一部の領域に予め基準となるサーボ情報を記録しておいて、このパターンを読み取ることによって、位置決めのための基準情報を得る方法が特開平8-255448号公報に開示されている。この方法によると、記録媒体上の所定の位置に予め記録した情報をを利用してヘッド送り位置決めピッチ量を算出する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この方法を実現するには、予め記録媒体上の一部にディスク装置とは別に設けた外部の書き込み装置でサーボ信号を記録しておく必要がある。すなわち、外部書き込み装置が不要であるというセルフサーボライトの利点を損なっている。

【0005】

本発明目的は、サーボライトをディスク装置に設けた記録再生素子を用いてサーボ信号を記録する場合に、予備的なサーボ信号の記録を必要としない方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

サーボ信号を記録する最初の段階において、アクチュエータをディスク内周側

のストッパに押し付けて、アクチュエータの駆動力を変化させてヘッドの位置を調整することによって、再生出力のディスク径方向依存性（以降、オフトラックプロファイルと称する）の測定を実施し、得られたトラック幅、記録用素子と再生用素子の相対距離（以降、R/Wオフセットと称する）からヘッド送りピッチを算出する。トラック幅、R/Wオフセットの学習はアクチュエータ駆動電流を一方向に変化させながら実施し、アクチュエータを押しつけるストッパの弾性変形ヒステリシスの影響を排除する。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一例である磁気ディスク装置にサーボ信号を記録する動作（以降、サーボライトと称する）について、図1～図6を用いて説明する。

【0008】

図2は本発明の磁気ディスク装置の構成とサーボライト動作時の信号の流れを示す模式図である。本発明の磁気ディスク装置は、図2に示すように、情報を記録する円板上の媒体201と、媒体の信号を記録再生するヘッド202を備える。ヘッド202はピボット204を中心として回転可能な形で支持され、アクチュエータ205によって媒体201上の任意の半径位置に移動される。

この磁気ディスク装置にサーボライトをする際には、動作制御用回路207を装着してヘッド、アクチュエータなどの動作制御をおこなう。なお、この動作制御用回路は磁気ディスク装置を製品として動作させるための制御回路と同一のものであっても良く、また、別に設けても良い。

【0009】

動作制御用回路207はパターンを書込むためのライトドライバ207a、パターン生成回路207b、再生信号を処理するプリアンプ207c、復調回路207d、アクチュエータを駆動するためのVCMドライバ207e、これらの機能を制御するコントローラ207f、および動作に必要なパラメータを記憶するメモリ207gで構成される。

【0010】

図1に、本発明のサーボライト動作のフローチャートを図1に示す。まずスピ

ンドルモータを起動し、所定の回転速度に達するまで回転駆動する（ステップ101）。続いてVCMドライバによりアクチュエータ205を駆動してヘッド202をランプ203からディスク201上ヘローディングする（ステップ102）。この段階ではディスク201にはヘッド位置決め用の信号は記録されておらず、ヘッド202はディスク上のどの半径位置にあるかを検出することはできない。そのため、ローディング後はヘッド202が最内周側の位置になるように、アクチュエータ205の回転部が一方側に設けたストッパ206に当たるまでヘッドを内周側に移動させる（ステップ103）。この時VCMに流す電流209を一定にしてアクチュエータをストッパに押しつけて、ヘッドの位置を略固定する。固定した状態でライト素子を用いてサーボ情報を記録する。記録後その位置でリード素子を駆動して、書き込まれたサーボ信号を読取る。その後、電流値209を変化させてヘッドの位置を微調整し、リード素子で最初に記録したサーボ信号を読取る。これを繰り返してリード（再生）素子とライト（記録）素子のオフセット量、及びトラック幅を学習する（ステップ104）。さらに、測定したトラック幅の情報を基に、送りピッチの設定を行い（ステップ105）、サーボパターンを1トラックずつ書き抜げる（ステップ106）。ディスク全面にサーボパターンの記録が完了した後、サーボパターンの検査を実施し（ステップ107）、ヘッドをアンロード（ステップ108）させてサーボライト動作を終了する。

【0011】

本発明の磁気ディスク装置の特徴は、ステップ104、105において、円板上に位置決め用の信号が記録されていない状態で、アクチュエータをストッパに押し付け、まず、ライト素子で1周分のサーボ信号を記録し、記録されたサーボ信号をリード素子で読取る。そして、VCM電流を変化させて、ヘッド位置を移動させ、その状態で最初に記録したサーボ情報をリード素子で読取りという動作を繰り返すことで、記録・再生素子のオフセット量、トラック幅を学習する点である。すなわち、本実施例におけるストッパ206は弾性体で形成されており、VCMの電流可変（押し付け力可変）することで変形可能に形成してある。

【0012】

この動作は、記録用素子で媒体に記録したパターンを同一ヘッドに備えられた再生用素子で読み出す動作を実施するために非常に重要である。これは以下の理由による。すなわち、一般に現在の磁気ディスク装置の磁気ヘッドでは、記録用素子と再生用素子は異なる変換素子を用いており、この2つの素子間の相対距離はトラック幅に対して無視できないほどの個体間ばらつきを有している。このため、ある半径位置において記録用素子で媒体上にパターンを記録した場合、再生用素子はパターンの直上にあるとは限らず、記録した後にアクチュエータを動作させないと、ヘッドは自分で記録したパターンを読み出すことができないという現象が発生する。サーボパターンを記録する場合、円板上には何等情報が記録されていないため、ヘッドは円板上の位置についての情報が全く得られない。このため、サーボライト動作を行うことができない。

【0013】

この記録・再生素子のオフセット量、実効的なトラック幅を学習する手順について、図3から図6を用いて説明する。

【0014】

まず、図1中のステップ103でアクチュエータ205は、ヘッドが最内周位置に来るよう設けられたストッパ206に接触するまで移動させる。その後、VCMにある一定値のDC電流を流してアクチュエータをストッパに押し付ける（ステップ301）。このときのVCMに流す電流値を209-0とする。この状態で記録素子を稼動して記録媒体201上の1周に渡って一定周波数のパターン（A11-1パターン）を記録する（ステップ302）。そして、再生素子を動作させて記録されたパターンを読み取りメモリ207gに記録する。次に、VCMに流している電流を段階的に減少させ、ヘッドを外周側に移動させる。このときのVCM電流とヘッドの半径位置との関係を図4に示す。ステップ302においてパターンをディスク上に記録したときのVCM電流値を、209-0から209-1、209-2と順次減少させることによってヘッドの位置は401-0から401-1、401-2と外周側に移動する。ヘッドの位置を変化させた段階毎に再生素子を稼動させて、記録されたパターンを読み取りメモリに記録する（ステップ303）。このときのヘッドの半径位置と再生信号振幅との関係を図5

に示す。前述のように、ヘッドが移動する各段階において再生される信号の振幅を復調回路207dでデジタル値に変換し、コントローラ207fを介してメモリ207gに保存する。

【0015】

VCM電流を予め設定された値209-mまで減少させてヘッドを401-mまで移動させたら、次はVCM電流を予め設定した電流値209-nに増加させてヘッドを内周側の位置401-nまで移動させる（ステップ304）。VCM電流値を209-nから再び、209-(n+1)と段階的に減少させて、再び振幅が最大となる位置まで移動し、各段階の振幅を復調回路207dでデジタル値に変換してメモリに保存する（ステップ305）。ステップ301から305までの手順により、図5中の502に示すような再生振幅のオフトラックプロファイルを得る。得られたオフトラックプロファイルを基に、ヘッドに設けた記録・再生素子のオフセット量503、トラック幅505を算出する（ステップ306）。

【0016】

このように、VCMの電流を変化させてヘッド位置が略線形に変化するような弾性体でストッパ206が形成されている必要があることは言うまでもない。

【0017】

記録・再生素子のオフセット量は、記録素子と、再生素子でオフセットがなければ同じ位置でピークの信号を再生できるはずであるが、オフセットがあると図5に示すように記録素子が記録したパターンのピーク値を再生素子が読取る位置が異なる。そこで、記録素子が記録した時に、再生素子その情報を読み取り、ヘッド位置を少しずつずらしながら再生素子で記録素子の記録した情報を読み取って、情報パターンを求め、情報パターンのピークになる位置までの移動量をオフセット量として算出するものである。又、一般に磁気的なトラック幅はオフトラックプロファイルにおいて振幅が最大値の50%となる2点間の距離で代表させることができる。そこでまず、オフトラックプロファイルとしてメモリに保存した値と振幅最大値の50%の値（図5中502-h）と1点ずつを大小比較しながら、振幅の最大となる点401-2から外周側のプロファイルに相当するメモリの値

を順次調査し、最初に50%より小さくなった点401-e1を外周側のトラックのエッジ位置とする。同様に内周側もメモリに保存された値を調査し、内周側のトラックのエッジ位置401-e2を得る。得られたトラックの両エッジの距離からトラック幅505を算出する。

【0018】

続いて、ステップ105でヘッド送りピッチを算出する作業について、図5を用いて説明する。ステップ106では、既に記録したパターンから所定の量だけヘッドをオフセットさせて、新たなトラックを記録することでパターンを書き広げる。このヘッドのオフセット移動は、既に記録したトラックを再生した信号の振幅が、ある目標の値となるように位置決め動作させることで行われる。目標とする振幅値は、対象とする磁気ディスク装置がヘッドのトラック幅をトラックピッチに対してどの程度の割合に設定するかに依存する。本実施例ではトラックピッチを測定したトラック幅505の125%と設定し、そのトラックピッチの半分をヘッド送りピッチ504とした。この場合、書き広げるためにヘッドを送るときの目標となる振幅値はオフトラックプロファイル502において、R/Wオフセット503と送りピッチ量504の分だけライト位置401-aから外周側の位置401-tでの振幅502-tと決定される。

【0019】

目標とする振幅値を決定するさらに別の方法について、図6を用いて説明する。図6において、例えばR/Wオフセット503-1がトラック幅505に比して大きい場合、設定した送りピッチ504でヘッドを送るために記録素子をオフセットさせた場合、目標とする振幅は502-t1となる。この場合、径方向の位置が変化しても振幅が変化せず、位置決めの目標とする振幅値として使用する事ができない。これを防ぐため、予めステップ303から305までの間でヘッドを外周側にステップ移動させる間に401-aに加えてさらに等間隔で離れた複数の半径位置401-b、401-bに、互いに周方向に重なり合わないよう、図6上部に示す如くパターン501-b、501-cを記録する。このパターンを回転インデックスなどを基準にしてそれぞれ時間を分け、別々に振幅を取り込むことによって、それぞれのパターンのオフトラックプロファイル502

— a、502-b、502-cを得る。

【0020】

記録・再生素子のオフセット量が大きいヘッドに対しては、502-cから、さらにオフセットさせてパターンを新たに書き広げる場合、ヘッド位置検出をするための再生信号を用いるパターンを501-bに選択することによって、目標とする振幅値はオフトラックプロファイル502-b上の502-t2となり、位置決め動作をすることが可能となる。その後も直前に記録したパターンではなく、その1つ前の段階で記録したパターンの再生振幅を利用することによって、その後のステップ106以降でパターンを書き広げるためのヘッド位置決め動作を行うことができる。

上記のオフトラックプロファイルの学習は、前述したようにVCMに流すDC電流の大きさを変化させることによりストッパに押し付ける力を変化させて、ヘッド位置を微調整して実施する。このVCM電流とヘッド位置の関係はストッパ206の変形特性に依存する。実際のストッパにおいてはVCMに流す電流値とヘッド位置の関係は完全に線形な関係とはならず、非線形な特性となるのが一般である。また、押し付け力の変化に対するヘッド位置のヒステリシスも無視できない。

これらの誤差の影響について図4および図7を用いて説明する。先の図4において、ヘッドを外周に向かって移動させる場合は、ヘッド位置は図4の402-1のパスを通るのに対し、ヘッドを内周に向かって移動させる場合は402-2のパスを通る。オフトラックプロファイルの学習はヘッド位置に対応するVCM電流値と再生信号振幅の対応を測定するので、ストッパの変形特性に上記のような非線形要素やヒステリシスが存在すると、学習するオフトラックプロファイルが誤差を含み、トラックピッチの誤差要因となる。

【0021】

これらの誤差要因の影響を軽減するために本発明は以下の点に留意した方法を実施する。

【0022】

第一の点は、前述したオフトラックプロファイルの学習を実施する際の振幅を

検出する動作は、ヘッドを内周側から外周側に移動させる過程で実施する点である。すなわち、図4中のライト位置401-0より外周側は401-0から401-mの方向に移動させながら再生信号振幅を測定し、ライト位置401-0より内周側については401-nから401-0の方向に移動させながら再生信号振幅を測定する。これにより、再生信号振幅測定時の各ヘッド位置は内周から外周へのパス402-a上になる。図4に示したVCM電流とヘッド位置の関係は、円筒状の弾性体にアクチュエータを押し付けて、VCM電流を変化させた場合のヘッド位置を実測した結果であり、移動方向が同一のパスは高い精度で再現されることが理解できる。この結果から、ヒステリシスが存在しても、オフトラックプロファイルの測定時の誤差要因とはならないことがわかる。

【0023】

第二の点は、ストッパの変形特性を調整し、VCM電流値すなわちアクチュエータ駆動力とヘッド位置との間の関係が勾配の変動を有する許容範囲内に抑える点である。このVCM電流値とヘッド位置との間の勾配に変動が存在する場合のヘッド送りピッチに表れる誤差について、図7を用いて説明する。図7(a)は勾配に変動がある場合(402-1a)とない場合(402-1b)のVCM電流値とヘッド位置との関係を示した図である。曲線402-1bのように勾配に変動があると、VCM電流値で期待されるヘッド位置と実際のヘッド位置との間に、701だけ誤差を生じる。このため、ステップ104で学習するオフトラックプロファイルも図7(b)に示すように、実際のプロファイル702-aに対して、測定されるプロファイルは702-bのよう誤差を含む。この結果、算出するヘッド送りピッチは適正な値からずれることになり、トラックピッチが設計値からずれることになる。

【0024】

一般に磁気ディスク装置の記録再生動作上、許容されるトラックピッチの誤差は±5%程度であるので、勾配の変動を10%以内に収めることによって、磁気ディスク装置の動作上問題のない精度でサーボ信号を記録することができる。

【0025】

【発明の効果】

以上述べた方法によって、媒体に予備的なサーボ信号を記録することなく、正確に管理されたトラックピッチでサーボ信号を記録することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ディスク装置にセルフサーボライトする手順を示す流れ図

【図2】サーボライト時の磁気ディスク装置の動作制御システムを示す模式図。

【図3】ヘッドのトラック幅とR/Wオフセットの測定手順を示す図。

【図4】VCM電流とヘッド位置との関係を示す図。

【図5】トラック幅とR/Wオフセット測定時のヘッドの動きを示す図。

【図6】ヘッド送りピッチを算出する方法について示す図。

【図7】ストッパに押し付けるVCM電流とヘッド位置の非線形性の影響を示す図。

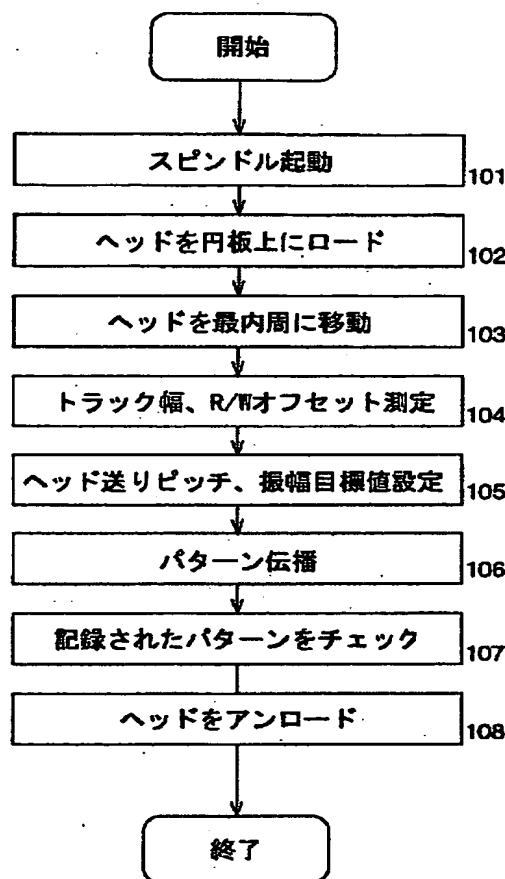
【符号の説明】

201…記録媒体、202…記録再生ヘッド、202-a…記録用素子、202-b…再生用素子、203…ランプロード、204…ピボット、205…アクチュエータ、206…ストッパ、207…サーボライト制御回路、208…ヘッド位置信号、209…VCM駆動電流、501…A11-1記録パターン、502…オフトラックプロファイル、503…記録・再生素子のオフセット量、504…ヘッド送りピッチ。

【書類名】 図面

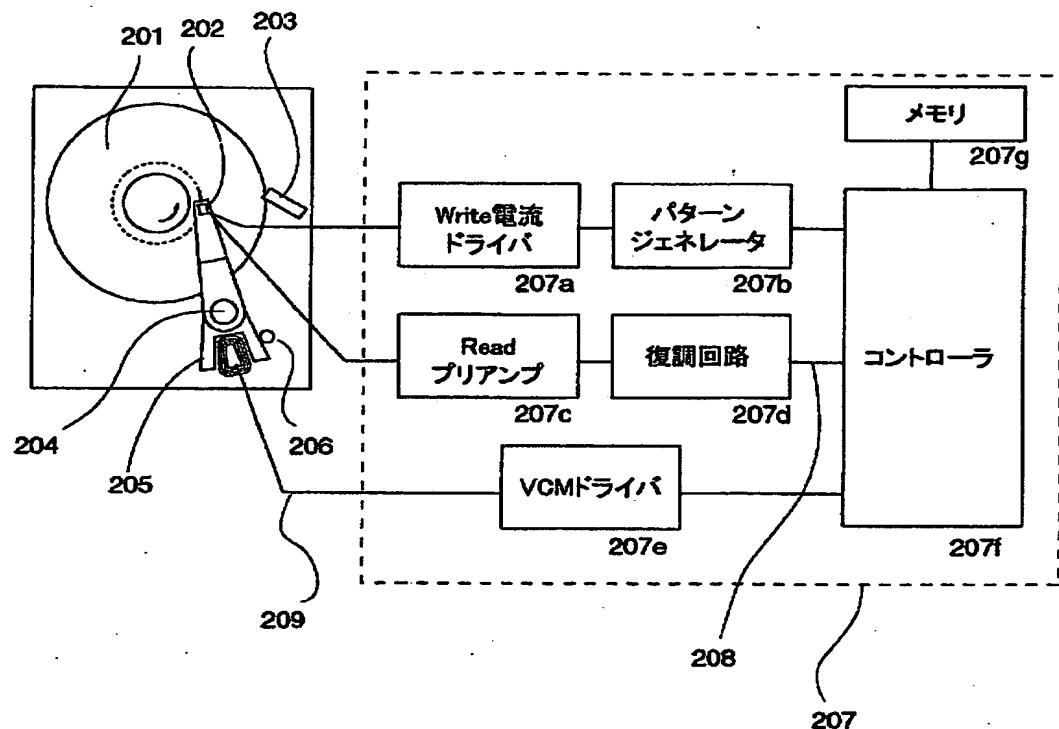
【図1】

図1



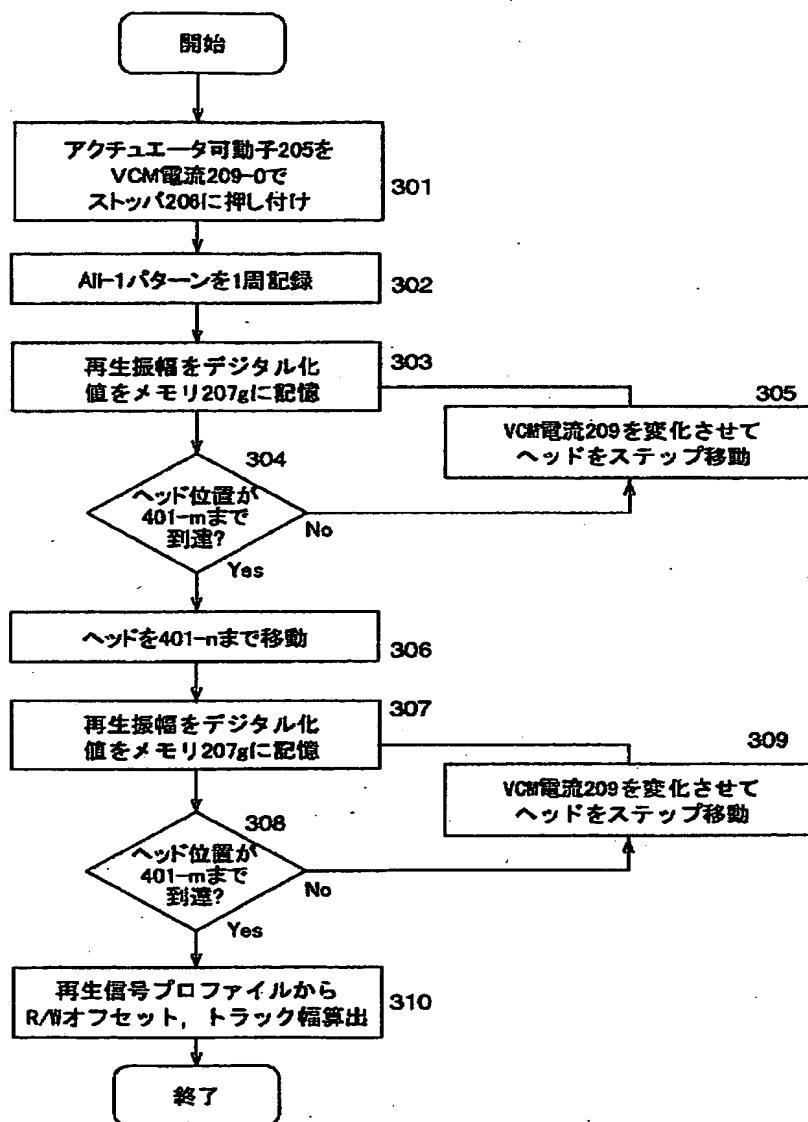
【図2】

図2



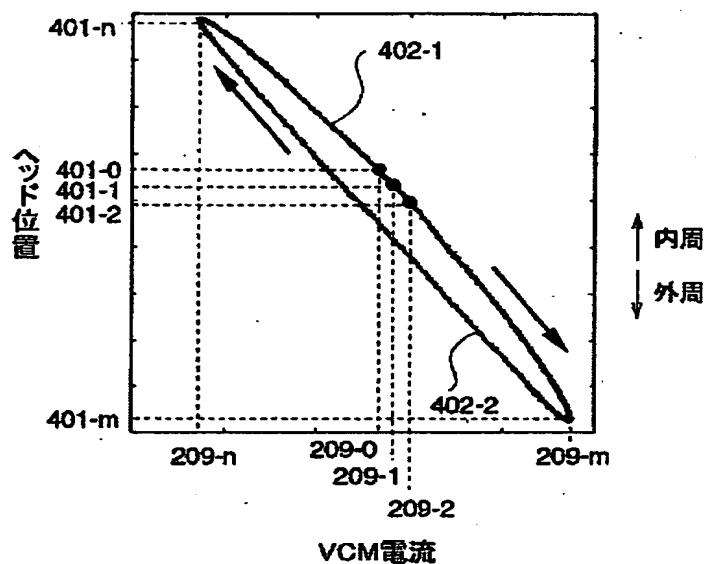
【図3】

図3



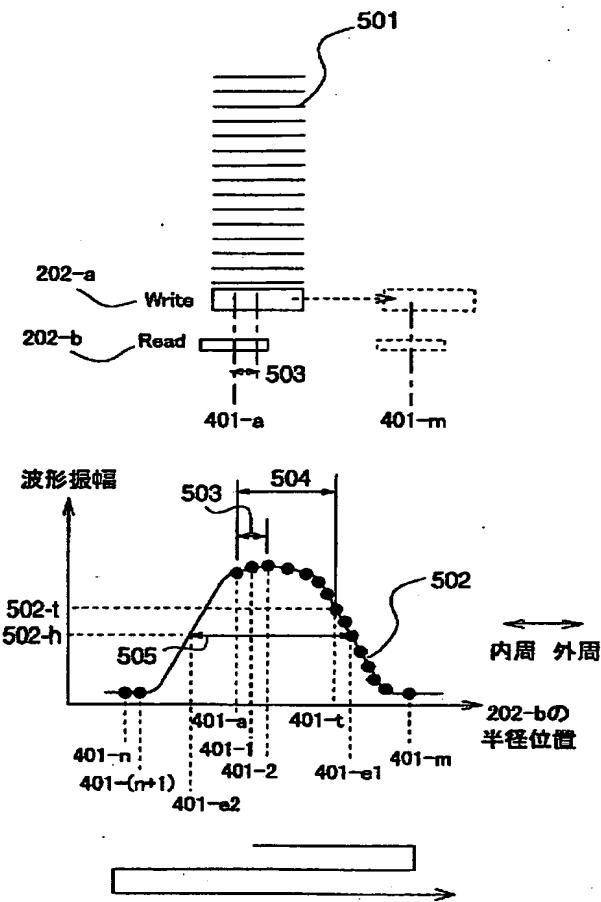
【図4】

図4



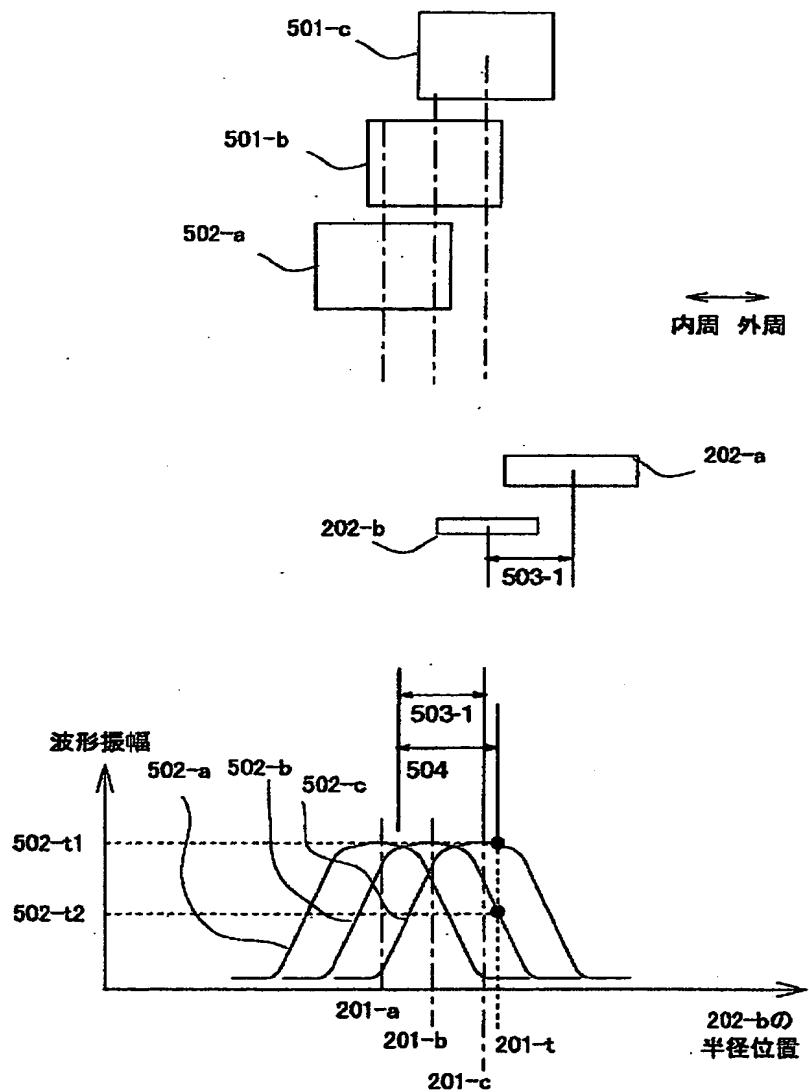
【図5】

図5



【図6】

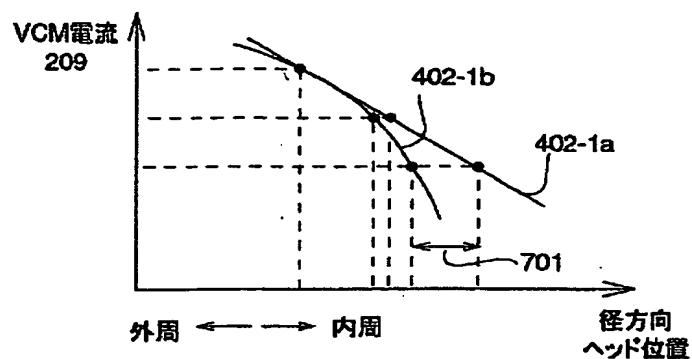
図6



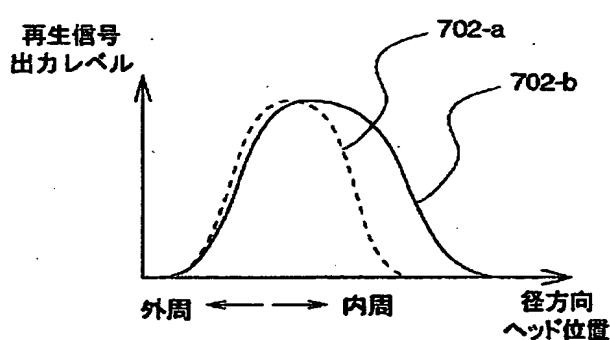
【図7】

図7

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

予め円板上に位置決め用の信号を記録することなく、セルフサーボライトに必要な、再生用素子と記録用素子の間の距離や、トラック幅を測定する手段を提供する。

【解決手段】

サーボ信号を記録する最初の段階において、アクチュエータをディスク内周側のストッパに押し付けて、アクチュエータの駆動力を変化させてヘッドの位置を調整することによって、オフトラックプロファイルの測定を実施し、得られたトラック幅、R／Wオフセットからヘッド送りピッチを算出する。

【効果】

正確に管理されたトラックピッチでセルフサーボライトを実施することができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-028973
受付番号	50100161574
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成13年 2月 7日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成13年 2月 6日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所